

Т. В. Гоненко,
Омский институт водного транспорта (филиал) ФГБОУ ВО «СГУВТ»
(г. Омск, Россия)
В. Ф. Хацевский,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова
(г. Павлодар, Казахстан)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОНАГРЕВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Если использовать традиционные сформулированные задачи ускорения научно-технического прогресса, к которым относятся экономия энергетических и материальных ресурсов, освоение новых технологических процессов, автоматизация производства, то становится очевидным, что в целом использование электротехнологий оказывается конкурентоспособным практически во всех отраслях промышленного производства. Экономический эффект от внедрения электротехнологического оборудования в среднем в 6...8 раз превышает капитальные затраты.

В настоящее время существенно изменилось функционально-техническое отношение к использованию электротехнологий. Дальнейшее развитие экономики в России предполагает бережное и рациональное использование не только электроэнергии, но и других топливно-энергетических ресурсов. При развитии рыночных механизмов в промышленности, в сельском хозяйстве и в быту можно ожидать перестройки всего топливно-энергетического баланса с ресурсодобычания на ресурсосбережение, внедрение новых энергосберегающих технологий. И в этом плане становится актуальным создание современного водонагревательного электротехнологического оборудования для использования в традиционных областях промышленности, в сельском хозяйстве, в теплоэнергетике для решения проблем децентрализации и резервирования систем теплоснабжения.

В общем энергетическом балансе сельского хозяйства наибольший расход электроэнергии связан с электрификацией животноводческих помещений. В настоящее время тепло для нужд сельского хозяйства получают в основном при сжигании твердого и жидкого топлива в местных тепловых установках.

Применение электронагрева часто позволяет усовершенствовать процесс, так как при этом повышаются его качественные показатели, экономятся энергия и труд, связанный с уходом за установкой и др.

Необходимо отметить, что применение в сельскохозяйственном производстве централизованных электрических паровых котлов менее целесообразно, чем использование специализированных электротепловых установок, это определяется следующими причинами:

- выработка электротепла в точках его непосредственного использования целесообразнее централизованной выработки, так как в первом случае исключается теплопроводная сеть, значительно упрощается система управления, эксплуатации;
- при применении электрического нагрева в большинстве случаев возможна более совершенная технология процесса, исключая применение пара.

Однако электрический нагрев все еще не занял подходящего места в сельском хозяйстве, не используются те выгоды, какие может дать его широкое применение.

Одной из причин этого является отсутствие необходимых нагревательных устройств. Создание эффективных современных электронагревательных устройств и установок для сельского хозяйства – важная задача, так как в сельской местности кустарно изготавливают примитивные конструкции, которые весьма несовершенны и небезопасны в эксплуатации.

Удовлетворение потребностей сельскохозяйственного производства в электри-

ческом нагреве требует значительного расширения номенклатуры выпускаемого оборудования.

Электрообогрев можно осуществить с помощью открытых нагревателей, ламп инфракрасного нагрева, трубчатых электронагревателей (ТЭНов) и специальных нагревателей. Применение открытых нагревателей не может найти широкого применения в сельском хозяйстве, так как они не обеспечивают достаточно безопасных условий работы.

Лампы инфракрасного нагрева характеризуются незначительным сроком службы (примерно 1000...2000 ч) и повышенными требованиями к условиям их транспортировки. Кроме того, применение ламп инфракрасного нагрева в ряде случаев связано со специфическими требованиями. Например, излучаемый лампами свет оказывает отрицательное биологическое действие на некоторых животных.

Из числа электрических нагревательных устройств, которые работают в сельской местности, необходимо отметить следующие.

1. Водонагреватели типа ВЭТ емкостью 200 л конструкции ВИЭСХ. Нагрев воды в них осуществляется с помощью ТЭНов.
2. Устройства для электрообогрева парников с помощью нагревательного кабеля, который закладывают в грунт на глубину до 30...50 см. Рекомендации по применению этого способа разработаны ВИЭСХ и другими проектными организациями.
3. Установки для электрообогрева пола в птицеводческих и животноводческих помещениях.
4. Электронагреватели для брудеров и клеток; такие нагреватели применяют различных конструкций: как с открытой спиралью – электронагревателем, так и с закрытой (ТЭНы).
5. Устройства для обогрева перед запуском в зимнее время двигателей тракторов и автомобилей при безгаражном их содержании. В большинстве случаев это открытая спираль из нихрома на 36 В, устанавливаемая в нижнюю часть картера через специально просверленное отверстие.

На основании выполненного анализа [1] установлено, что для обеспечения нужд сельскохозяйственного производства необходимы следующие виды электротермического оборудования.

1. Водонагреватели емкостью 200, 400, 800 и 1600 л – наиболее массовые и универсальные установки.
2. Установки для отопления овощехранилищ, встраиваемые в кондиционеры, мощностью 16, 25 и 50 кВт на напряжения 220 и 380 В.
3. Установки для отопления и вентиляции птицеводческих и животноводческих помещений. Во ВНИИЭТО разработаны пять типоразмеров таких установок на 16, 25, 40, 60 и 100 кВт, а также передвижной электрокалорифер с тремя ступенями мощности, максимальная из которых составляет 18 кВт.
4. Нагреватели для брудеров и клеток для обогрева цыплят и молочных поросят. Следует отметить, что за рубежом для устройств инфракрасного нагрева применяют керамические электронагреватели.
5. Электронагреватели для подогрева перед запуском в зимнее время двигателей тракторов и автомобилей при безгаражном их содержании.
6. Отопительные устройства радиаторного типа для отопления служебных, общественных и производственных помещений в условиях сельского хозяйства.

Нагревательные устройства должны отвечать повышенным требованиям в части выбора материалов, оборудования и качества лакокрасочных и антикоррозийных покрытий.

Характерная особенность сельскохозяйственных животноводческих помещений заключается в высокой влажности воздуха и наличии в нем углекислого газа, аммиака и сероводорода. При выборе и применении того или иного нагревательного уст-

ройства необходимо проверить, соответствует ли оно ветеринарным, техническим и биологическим требованиям.

Важное место в снижении себестоимости продукции сельскохозяйственного производства занимает надежность и безотказность работы электротермического оборудования. Для создания установок, отвечающих этим требованиям, необходимо обеспечить:

- 1). защиту металлоконструкции и ее элементов от действия агрессивной среды;
- 2). создание высокоэффективных электронагревателей, длительно работающих в условиях сельскохозяйственного производства.

Для защиты металлоконструкций применяют специальные стали и материалы, стойкие к действию агрессивной среды. В такой среде наносят на их поверхность специальное лакокрасочное защитное покрытие.

В руководящих указаниях и нормах на проектирование электрооборудования для сельскохозяйственных помещений нет рекомендаций, ограничивающих подводимое питающее напряжение. Однако в тех случаях, когда мощность электронагревательных устройств невелика или условия эксплуатации таковы, что затруднительно абсолютно исключить возможность попадания человека или животного к токоведущим частям, проектировать электронагреватели рекомендуется на пониженное напряжение (до 36 В). Корпус нагревателя следует обязательно надежно заземлить или занулить. Перед запуском установок следует проверить сопротивление ее изоляции, которое должно быть не менее 1,0 МОм в холодном и 0,5 МОм в горячем состоянии. При падении сопротивления изоляции ниже допустимой величины корпус следует подсушить, подключив к сети с пониженным напряжением или нагревая его от внешних источников тепла.

Технические параметры устройств для нагрева воды должны удовлетворять одному из главных условий – обеспечивать достаточно длительную работу на водяном теплоносителе без применения специальных водоподготовительных технологий. Применительно к условиям резервирования централизованного теплоснабжения наиболее доступным источником теплоносителя является вода водопроводной сети. Вместе с тем возникает необходимость размещения оборудования в габаритах подсобных помещений обогреваемых объектов. Наряду с требованием к единичной тепловой мощности устройство обуславливает задачу разработки надежной электроустановки большой удельной мощности.

Освоенные промышленностью установки с теплоэлектронагревателями имеют максимальную плотность теплового потока на уровне 4...8 Вт/см². Приемлемой удельной мощностью обладают серийно выпускаемые электродные котлы. Удовлетворяя требованиям компактности и простоты конструктивного исполнения, они подвержены образованию отложений на электродах и поэтому не характеризуются длительным ресурсом. Промышленный теплоэлектронагреватель с плотностью теплового потока 4...6 Вт/см² при использовании водопроводной воды с содержанием солей общей жесткости 6...7 мг-экв/л ограничен в ресурсе скоростью роста отложений накипи. При толщине последних 0,5 мм ресурс теплоэлектронагревателя составляет 800...1000 часов. Электродные котлы сохраняют свои нагрузочные характеристики в течение 60...80 часов, в затем происходит деградация мощности из-за накопления на поверхности электродов отложений с низкой теплопроводностью. Таким образом, создание мощных электронагревательных установок отопления сопряжено с необходимостью преодолевать затруднения в виде ограничения ресурса работы теплоэлектронагревателя.

В связи с вышеизложенным возникает задача обеспечения ресурса теплоэлектронагревателей применительно к специфическим условиям теплообмена, характерным для высоких плотностей теплового потока и реализуемым при создании устройств большой удельной мощности.

В настоящее время существует ряд наиболее перспективных конструкций и технологий изготовления плоских нагревательных элементов [2]. Одним из достоинств плоских нагревателей является их компактность. Плоские электронагреватели не требуют дополнительных сооружений (топливных баков, устройств для сжигания топлива и т. д.).

Анализ различных технологий, используемых для изготовления плоских нагревательных систем, позволяет выделить как наиболее перспективные плазменные технологии нанесения тонких слоев из электроизоляционных и проводящих материалов. В настоящее время созданы новые плазменно-напыленные плоские нагреватели, позволяющие обеспечивать введение больших мощностей в нагреваемый объем воды за счет увеличения нагревающей поверхности при плотностях теплового потока $q_s \geq 1 \cdot 10^4$ Вт/м². Использование таких нагревателей перспективно при создании индивидуальных аккумуляционных систем нагрева воды. При территориальном совмещении с местом потребления воды обеспечивается нагрев воды до $T \leq 70^\circ\text{C}$ с минимальным перепадом температуры между нагревателем и аккумуляционным объемом воды. Такие соотношения технических параметров позволяют выделить сравнительно новую самостоятельную область для электротехнологического оборудования, в котором возможно снизить интенсивность протекания процессов накипеобразования и обеспечить необходимые потребительские свойства оборудования. На рис. приведены примеры конструктивного исполнения таких устройств.

Маслонаполненный плоский нагреватель (рис. а) может использоваться для нагрева воздуха и воды. Аккумуляционные установки (рис. б, г), представляющие собой бак с нанесенными на него композиционно электропроводящими и резистивным слоями, также могут использоваться для нагрева воздуха и воды. Причем конструктивное решение на рис. г позволяет вводить дифференцирование удельной поверхностной мощности нагрева q_s по высоте. На рис. в представлены аккумуляционно-конвективные системы, которые могут снабжаться устройствами для принудительного движения воздуха в центральной полости с аккумуляцией энергии в кольцевой полости, заполненной нагреваемой водой. Верхние и нижние группы нагревателей такой системы могут иметь различные удельные поверхностные мощности нагрева q_s .

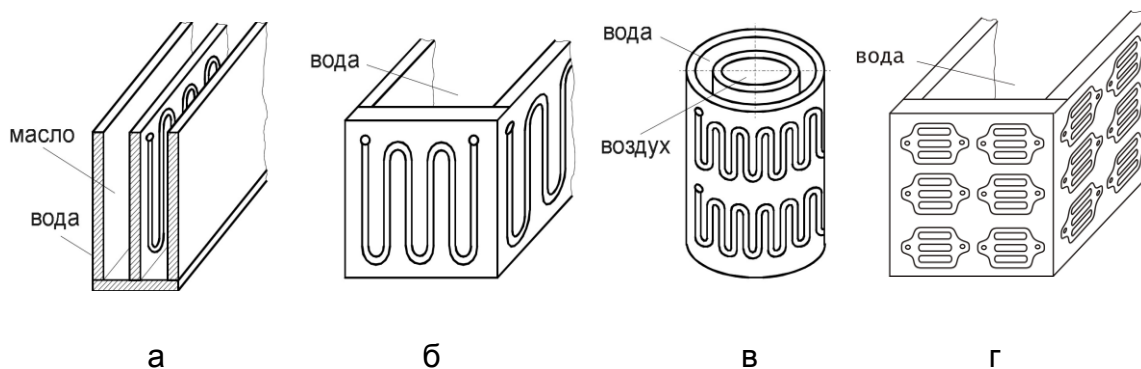


Рис. – Конструктивные решения установок нагрева воды и воздуха:

Список использованных источников

1. Хацевский К. В., Гоненко Т. В. Энергоэффективные технологии электронагрева жидкостей и газов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. – 176 с.
2. Хацевский В. Ф., Гоненко Т. В., Хацевский К. В. Современные энергосберегающие технологии и установки электронагрева – Павлодар: Изд-во Кереку, 2014. – 166 с.